

## **Resumen**

La erosión eólica es uno de los procesos de degradación del suelo más importantes de regiones áridas y semiáridas del mundo. Estas áreas, en Argentina, ocupan un 75 % de su superficie.

Son escasas las mediciones de este proceso a campo, lo que impide ajustar modelos predictivos confiables del fenómeno y utilizarlos para seleccionar estrategias de manejo sustentable de suelos.

La cobertura con vegetación es la variable más crítica para controlar el proceso erosivo. La RWEQ relaciona la erosión relativa (SLR: cociente entre el material erosionado en un suelo con cobertura y un suelo sin cobertura y rugosidad) con el porcentaje de residuos yacentes ( $SLR_f$ ), residuos erectos ( $SLR_s$ ) y el canopeo del cultivos ( $SLR_c$ ). La RWEQ también calcula la evolución de SLR para distintos tipos de cultivos, considerando como variable independiente a los días después de la siembra.

Las relaciones entre SRL, la silueta aérea y el porcentaje de cobertura han sido mayormente obtenidas en túneles de viento y no han sido validadas a campo. Se carece de información sobre las tasas de erosión medidas a campo a nivel mundial y, en particular, en Argentina.

El objetivo de este estudio fue validar a campo las relaciones entre la SLR y el porcentaje de cobertura con residuos yacentes y canopeo del cultivo supuestas por la Ecuación Revisada de Erosión Eólica (RWEQ) y desarrollar una ecuación que permita predecir la evolución del canopeo de los principales cultivos para su posible utilización en la Región Semiárida Pampeana Central (RSPC).

Este estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, sobre un Haplustol Entico. El material erosionado fue medido con colectores Big Spring Number Eight (BSNE).SLR se analizó en función de la cobertura con canopeo y residuos de los cultivos de trigo (*Triticum aestivum*), maíz (*Zea mays*) y girasol (*Helianthus annuus*), los más comunes en la RSPC.

Los resultados mostraron que  $SLR_f$  y el porcentaje de cobertura con residuos yacentes se relacionaron de forma exponencial negativa, tal como prevé la RWEQ. Sin embargo existieron menores coeficientes de ajuste para la ecuación desarrollada a partir de datos de campo. Ello se adjudicó a las menores velocidades de viento de las mediciones de campo. Simulaciones con túnel de viento, llevadas a cabo con velocidades variables, corroboraron esta presunción.

$SLR_c$  también se correlacionó en forma exponencial negativa con la cobertura de canopeo de girasol y maíz. El girasol fue levemente más eficiente que el maíz para controlar el proceso erosivo. Esto fue atribuido a la disposición de las hojas de cada cultivo en el espacio: planófilas en girasol y erectófilas en maíz. La mayor rigidez de las hojas de girasol habrían disminuido el efecto del viento. Las ecuaciones de ambas curvas fueron similares a las propuestas por la RWEQ, por lo que se concluyó que no es necesario introducir cambios en las subrutinas correspondientes de ese modelo.

La ecuación  $cc = \frac{a}{1 + b e^{c x}}$ , describió adecuadamente la evolución del canopeo de trigos de distinto ciclo, maíz y girasol para las condiciones de este estudio (cc es la cobertura con canopeo, x días después de

la siembra y  $a$ ,  $b$  y  $c$  son coeficientes del cultivo). Esta ecuación funcionó adecuadamente para el período posterior a la emergencia, pero no lo hizo para el periodo siembra-emergencia. El número de días hasta la emergencia del cultivo fue adecuadamente descrita por la ecuación propuesta por Andrade y Sadras (2002), que relaciona los grados días de desarrollo (GDD) con la emergencia de los cultivos.

La erosión relativa medida a campo fue menor que la estimada por RWEQ durante los primeros 25 días después de la siembra de maíz y superior a partir del día 25 en adelante. Estas diferencias se atribuyeron, en todos los casos, a la más rápida emergencia de maíz en la RSPC debido a la mayor temperatura del suelo respecto de las condiciones de EEUU donde se desarrolló el modelo. A partir del día 25 después de la siembra la situación se revirtió debido a la mayor tasa de crecimiento presentada por los híbridos utilizados en RWEQ respecto de la primer progenie utilizada en este estudio que a su vez sufrió reiterados estreses hídricos.

$SLR_c$  fue inferior para maíz que para girasol durante los días 25 a 30 luego de la siembra. Esta tendencia se revirtió luego de estas fechas. La mayor densidad de siembra de maíz hizo que la eficiencia de éste para controlar la erosión fuera mayor a la de girasol durante los primeros estadios de desarrollo. El tipo de follaje hizo que esta tendencia se revierta en estadios avanzados de desarrollo.

En ausencia de estrés hídrico, la cobertura de canopeo de maíz, girasol y trigo durante los primeros 60 días después de la siembra se relacionó con los grados días de desarrollo (GDD). Siendo ésta otra alternativa para estimar el porcentaje de cobertura del canopeo de maíz, girasol y trigo.

Los trigos de ciclo corto fueron más eficientes que los trigos de ciclo largo para controlar la erosión eólica durante los primeros estadios de desarrollo del cultivo.

Los residuos erectos y yacentes de maíz y girasol controlaron menos del 80 % de la erosión eólica potencial (SLR >0.2), mientras que los residuos de trigo controlaron más del 98 % (SLR 0.02).

Finalmente, se puede deducir que en la región de estudio, tanto el canopeo como los rastrojos de cultivos de invierno controlarán mejor la erosión eólica que los de verano, principalmente durante el periodo de mayor susceptibilidad climática a la erosión eólica que se extiende de agosto a diciembre. Por esta razón la inclusión de cultivos invernales en las rotaciones agrícolas es fundamental para reducir la pérdida de suelo por erosión en la región. Los rastrojos de cultivos estivales serán eficientes para controlar la erosión solamente si permanecen erectos, por lo que la regulación de la altura de cosecha y el grado de pastoreo de sus rastrojos, serán herramientas fundamentales para prevenir procesos degradativos irreversibles de los suelos.

## **Summary**

Wind erosion is an important soil degradation process of arid and semiarid environments. A 75% of Argentina is arid and semiarid.

The quantification of wind erosion at field scale is lacking in the semiarid Pampas of Argentina (RSPC), making difficult the adjustment of wind erosion prediction models useful for the development of sustainable soil management practices.

Soil coverage with plants is the most important variable for controlling wind erosion. The RWEQ relates the relative soil loss ratio (SLR, the quotient between the wind erosion amounts of a soil with plant coverage and the amount of erosion of a bare and smooth soil) with the percentage of soil coverage with laying (SLR<sub>f</sub>), and standing residues (SLR<sub>s</sub>) and plant canopy (SLR<sub>c</sub>). The RWEQ also calculates the evolution rate of SLR under different crops coverages as a function of the days after planting date.

The relationships between SLR and soil coverage with vegetation were obtained with wind tunnels simulations. Little information is available on this issue for field conditions, particularly for Argentina.

The objective of this study was to validate the components of the VEGETATION subroutine of the Revised Wind Erosion Prediction System (RWEQ) for the RSPC, on the basis of field measurements of wind erosion.

This study was carried out within the Experimental Field of the Facultad de Agronomía of the Universidad Nacional de La Pampa, on an Entic Haplustoll, during three years. Wind erosion was measured in the field with Big Spring Number Eight (BSNE) samplers. SLR was analyzed as a function of canopy and

residues of wheat (*Triticum aestivum*), corn (*Zea mays*) and sunflower (*Helianthus annuus*).

Results showed that  $SLR_f$  and the percentage of lying residues correlated in an exponential and negative way, in agreement with RWEQ equations. The coefficients of the equations obtained from field data were lower than those of RWEQ. Such differences were attributed to the lower wind velocities during field measurements than those considered by RWEQ. Own wind tunnel simulations with variable wind speeds confirmed this assumption.

$SLR_c$  also correlated exponentially and negatively with soil coverage with corn and sunflower canopies. Sunflower was slightly more efficient in controlling wind erosion than corn. This was attributed to their different leaves disposition in the space: planophyles on sunflower and erectophyles on corn. Though these small differences, the equation proposed by RWEQ was considered as adequate to predict SLR as a function of canopy of both crops in the RSPC.

The equation  $CC = \frac{a}{1 + b e^{c x}}$  described adequately the evolution of coverage with wheat, corn and sunflower canopies (CC is the soil coverage with canopy, x the days after seeding, and a, b and c crop coefficients). The days until emergence of all crops were well described by the equation proposed by Andrade and Sadras (2002), which relates the accumulated daily temperature degrees (GDD) with the atmospheric and the soil temperature.

Measured  $SLR_c$  was lower than the RWEQ-estimated  $SLR_c$  during the first 25 days of corn growth. After this date this tendency reverted. These differences were attributed to the fastest corn growth in the RSPC, due to the highest soil temperatures than in US. The opposite tendency after day 25 was

attributed to the best performance of hybrid corns used in US and to the more frequent water stresses occurred in the RSPC.

$SLR_c$  was lower for corn than for sunflower during growth days 25 to 30 and higher after those dates. Such tendencies were attributed to the higher seeding density of corn which made this crop more effective in controlling wind erosion during early crop growth stages. The different leaves architecture (planophyle by sunflower and erectophyle by corn) explained the differences in wind erosion control effectivity at advanced crops growth stages.

In absence of water stress soil coverage with corn sunflower and Wheat canopies correlated with GDD during the first sixty days of crops grow.

Wheat canopy of short cycle wheat was more effective in controlling wind erosion than the other wheat types during in early crop grow stages.

Lying and standing residues of corn and sunflower controlled less than 80% of the potential soil wind erosion while lying residues of wheat controlled more than 98%.

It can be deduced that in the study region, canopy and residues of winter small grain crops will be much more effective in controlling wind erosion than summer crops, particularly in the period of the year with higher climatic erosion risks, which extends from august to December. For this reason the inclusion of small grain winter crops in the rotations will be essential for controlling wind erosion in this region. Residues of summer crops will be effective in controlling wind erosion only if they remain standing. Therefore, the regulation of harvest height and grazing intensity of these crops will be fundamental variables for an effective wind erosion control by these residues.